

# **Rock Mechanics**

# **Mécanique des roches**

**3<sup>ème</sup> partie – Roches et massifs rocheux**

**Présenté par Docteur Menasri Master 2**

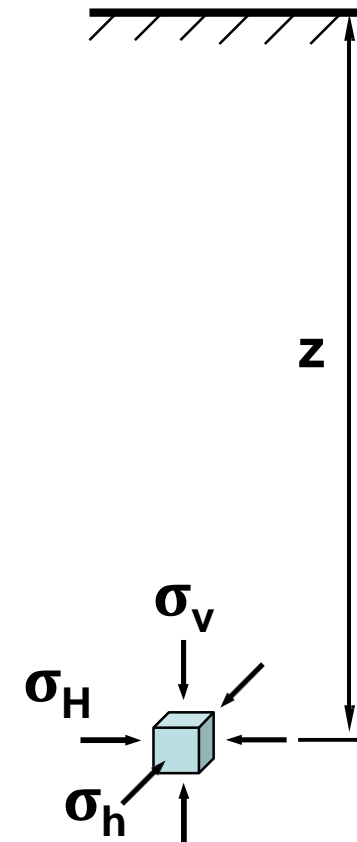
# Contraintes In Situ

## Contrainte verticale et couverture

En profondeur, la contrainte dans la roche est la contrainte de couverture de générée par le poids des matériaux.

Le poids spécifique moyen des roches est de 2.7. La valeur de la contrainte en profondeur peut donc être estimée par

$$\sigma_v \text{ (MPa)} \approx 0.027 z \text{ (m)}$$



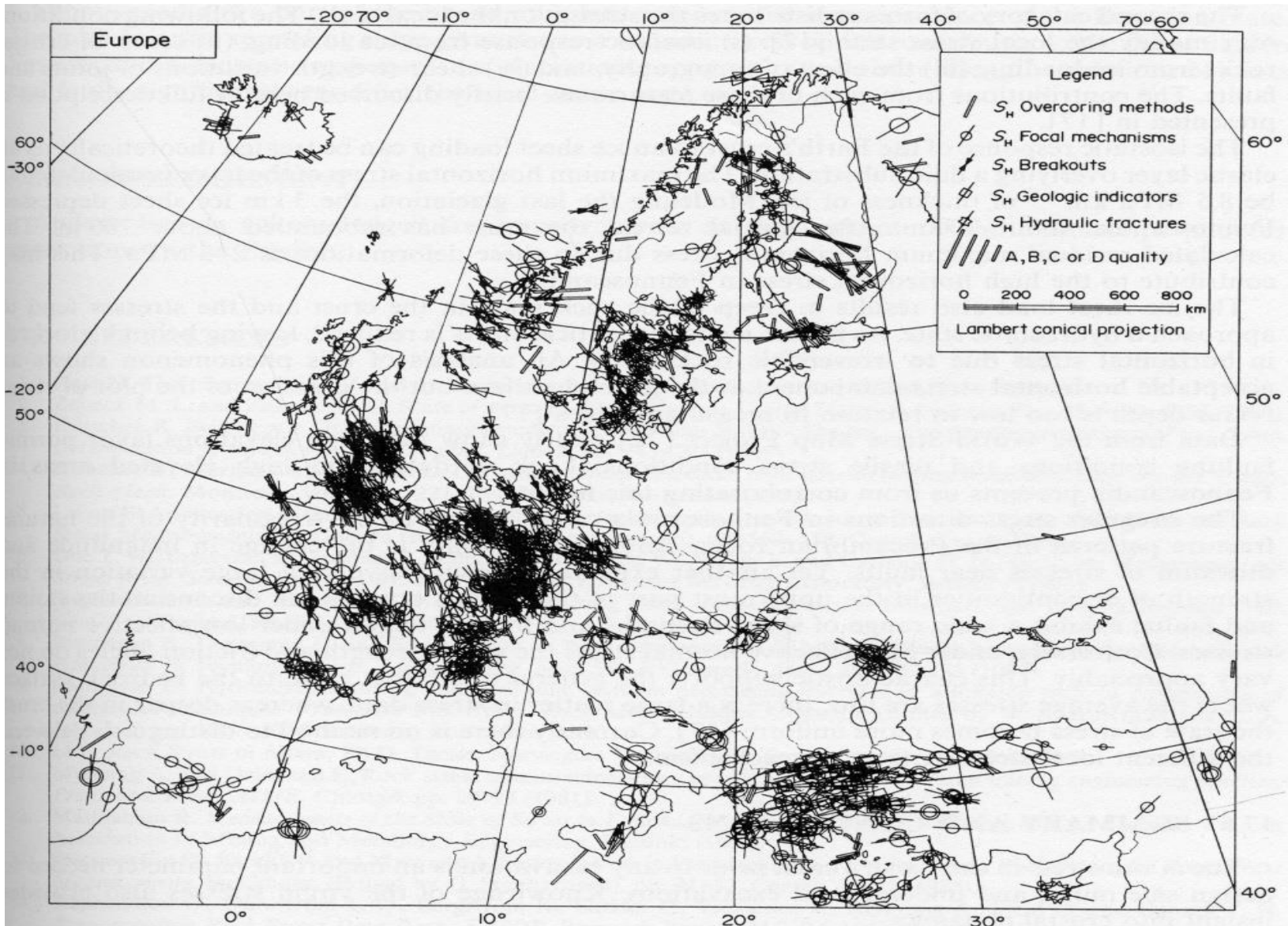
# Contraintes In Situ

---

## Contrainte horizontale et contrainte tectonique

**Les contraintes horizontales dans la roche sont principalement tectoniques.**

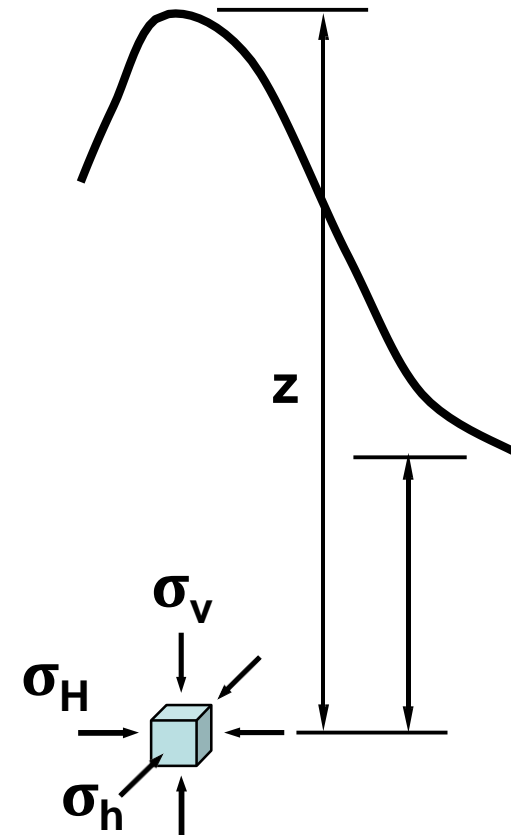
**Les contraintes horizontales dans les roches sont généralement supérieures à la contrainte verticale. La contrainte horizontale maximale a la même direction que le mouvement de convergence des plaques tectoniques. Les contraintes tectoniques varient fortement en terme d'intensité, et peuvent être exceptionnellement fortes.**



# Contraintes In Situ

Le champ des contraintes in situ peut aussi être modifié par des facteurs et processus géologiques :

- La surface topographique
- L'érosion
- Les intrusions
- Les failles et la création de failles.



# Contraintes In Situ

---

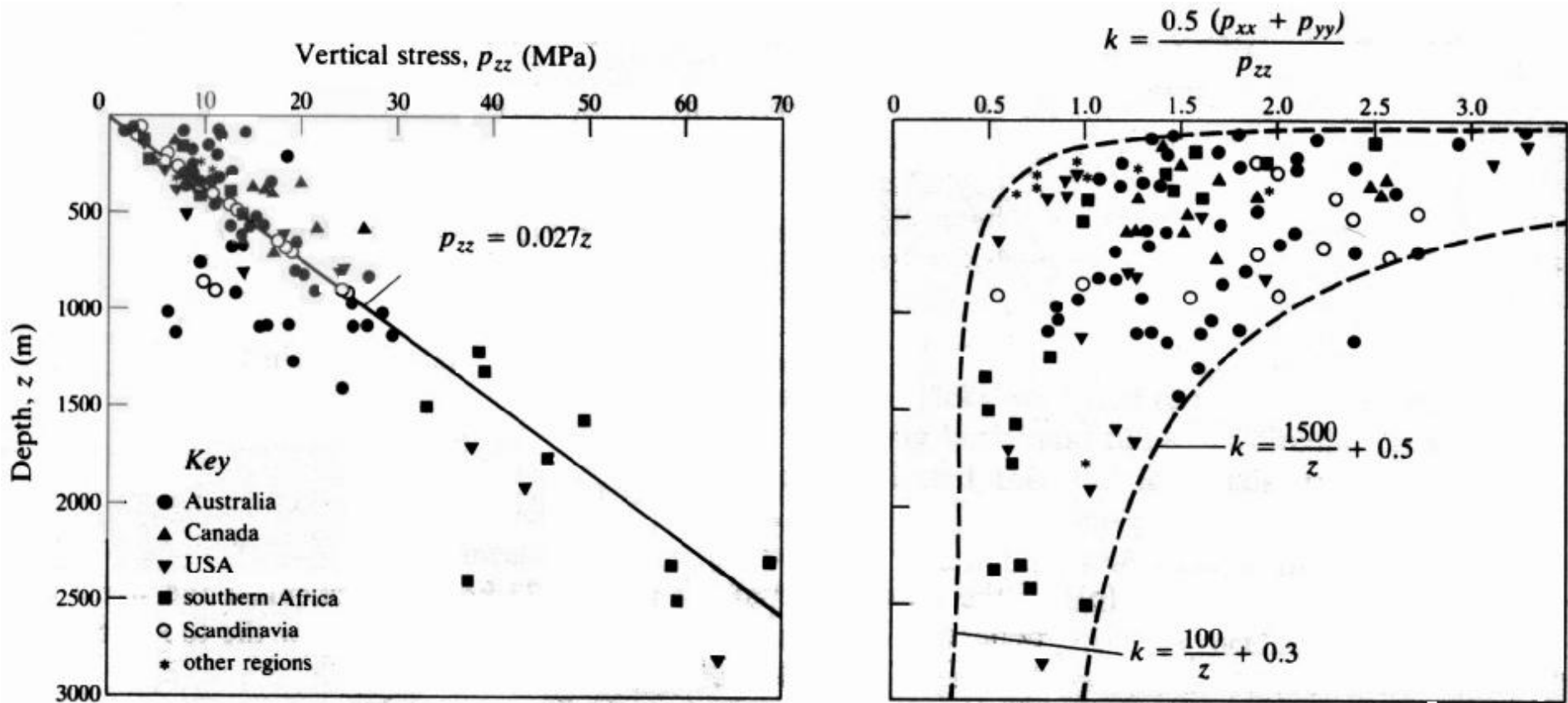
## Mesure des contraintes In Situ

La mesure des contraintes in situ montre que la contrainte verticale vaut à peu près  $0.027z$ , poids des couches de couverture.

Le rapport entre la contrainte horizontale moyenne  $(\sigma_H + \sigma_h)/2$  et la contrainte verticale varie de 0.5 à 3.0, généralement limitée entre  $(100/z + 0.3)$  et  $(1500/z + 0.5)$ .

À des profondeurs usuelles pour le génie civil ( $<1000$  m), les variations de la contrainte horizontale sont grandes.

# Contraintes In Situ



# Contraintes In Situ

---

Dans la roche, la contrainte horizontale est normalement la contrainte principale, alors que la contrainte verticale ou l'autre contrainte horizontale représentent les contraintes principales mineures.

$$\sigma_H > \sigma_h > \sigma_v \quad \text{ou} \quad \sigma_H > \sigma_v > \sigma_h$$

La contrainte verticale peut être estimée à partir de la couverture. Les contraintes horizontales ne devraient pas être estimées. Si les directions et les intensités des contraintes horizontales sont nécessaires, des mesures des contraintes doivent être effectuées in situ.

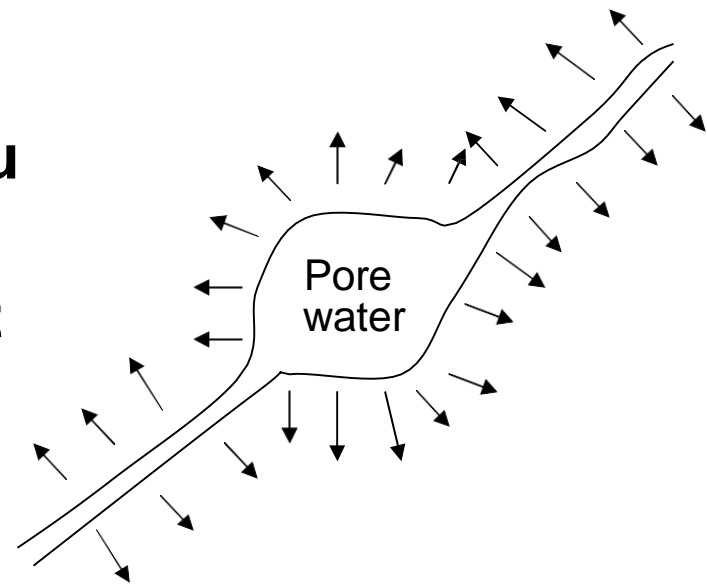


# Contraintes In Situ

## Contrainte effective

Dans les roches poreuses, p. ex. : le grès, la contrainte effective doit être calculée comme la contrainte totale – la pression des pores

Dans les massifs rocheux fissurés, la distribution de l'eau n'est plus la même et les champs de contraintes ne sont plus uniformes. Donc, le principe de la contrainte effective n'est plus applicable.



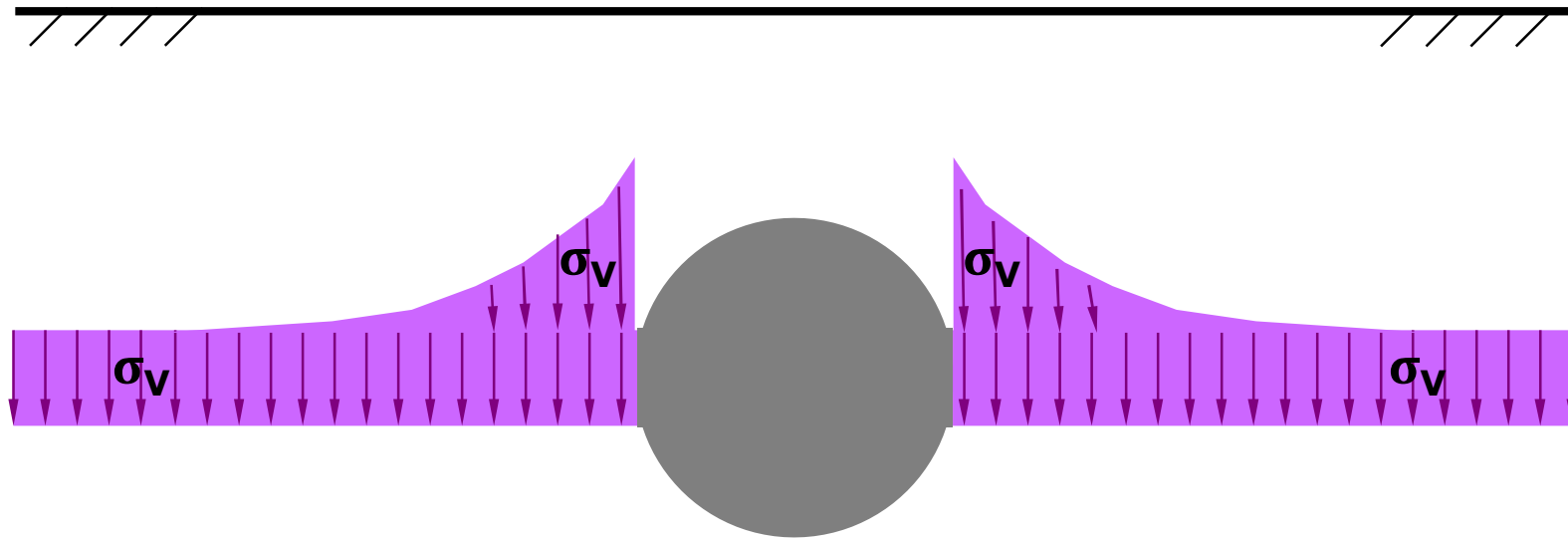
# Contraintes In Situ

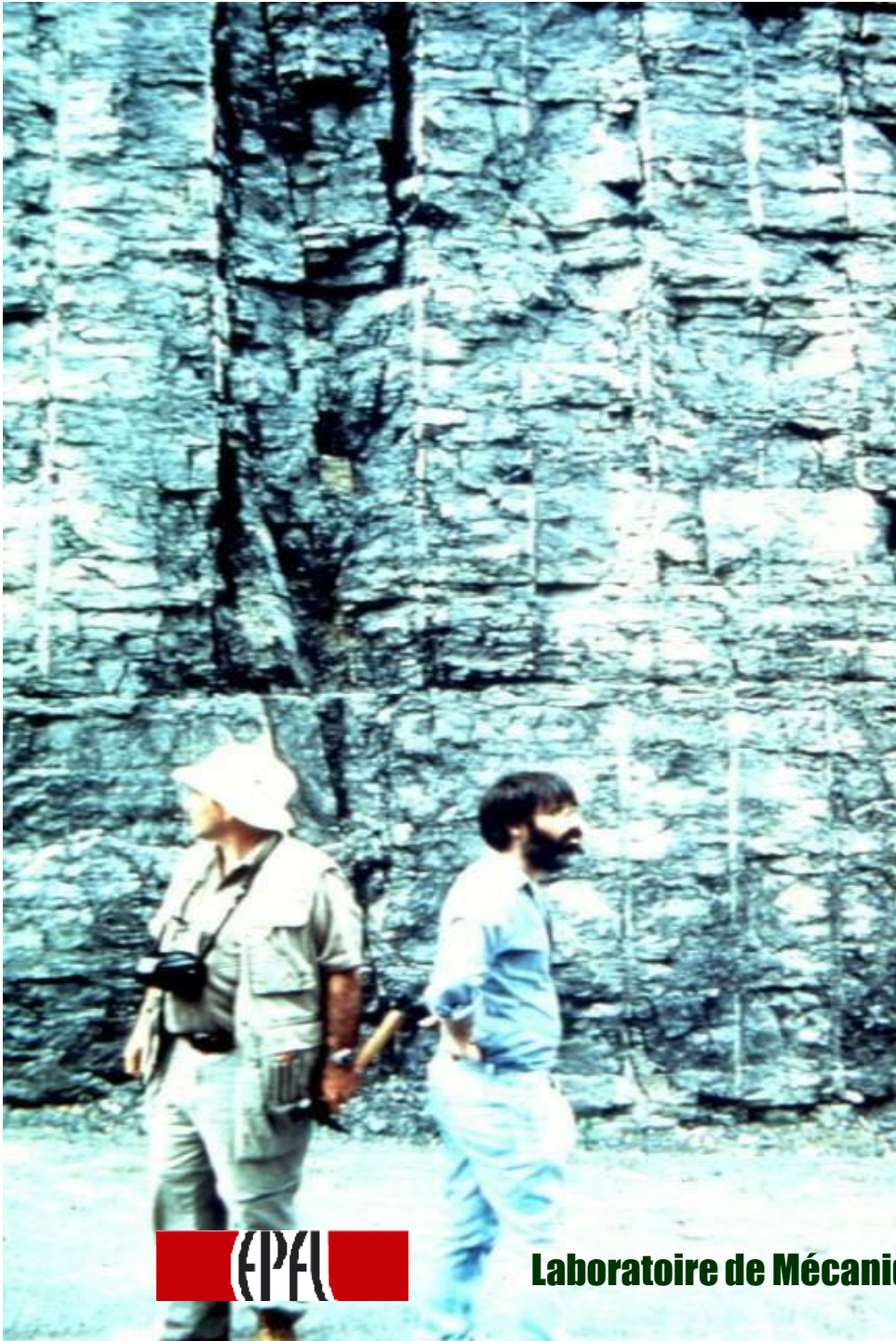
---

## Re-distribution des contraintes

**La construction en rocher est une activité qui perturbe le champ de contrainte original, qui est déjà à l'équilibre.**

**La mécanique des roches traite de la redistribution des contraintes et des contraintes redistribuées, ainsi que la réponse à court terme de la roche durant la redistribution des contraintes et le comportement à long terme dans le champ de contraintes redistribuées.**





# Eau souterraine

---

## L'écoulement dans les roches

**Les plupart des roches ignées et métamorphiques sont très denses et de texture imbriquées. Les roches ont de ce fait une très faible perméabilité et porosité.**

**Certaines roches clastiques sédimentaires, typiquement le grès, peuvent être poreuses et perméables.**

# Eau souterraine

---

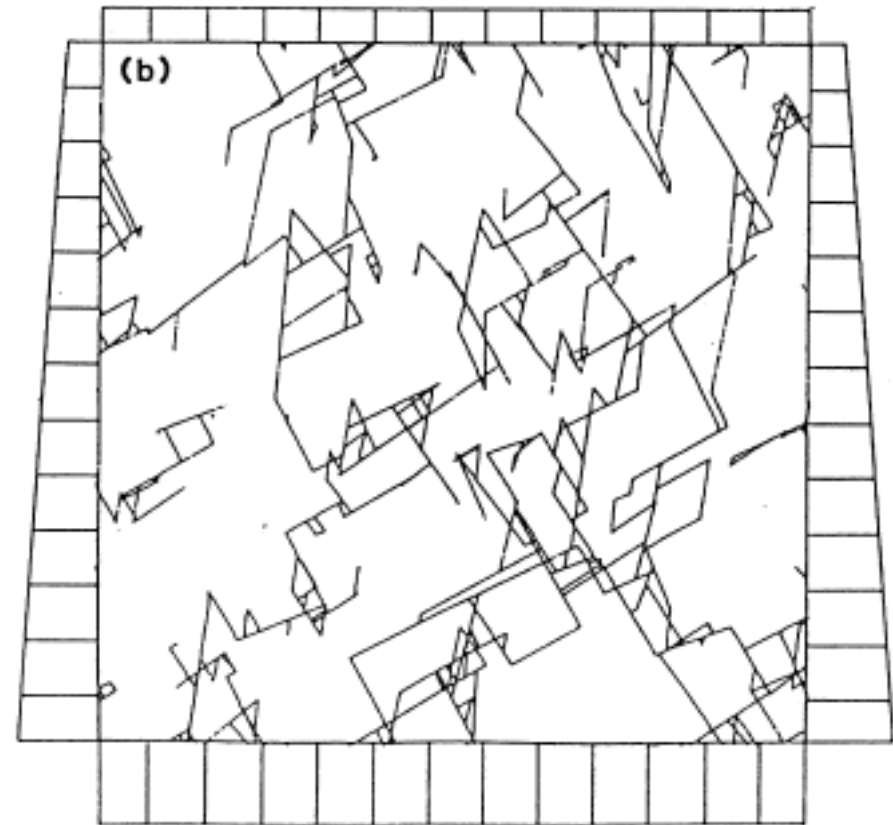
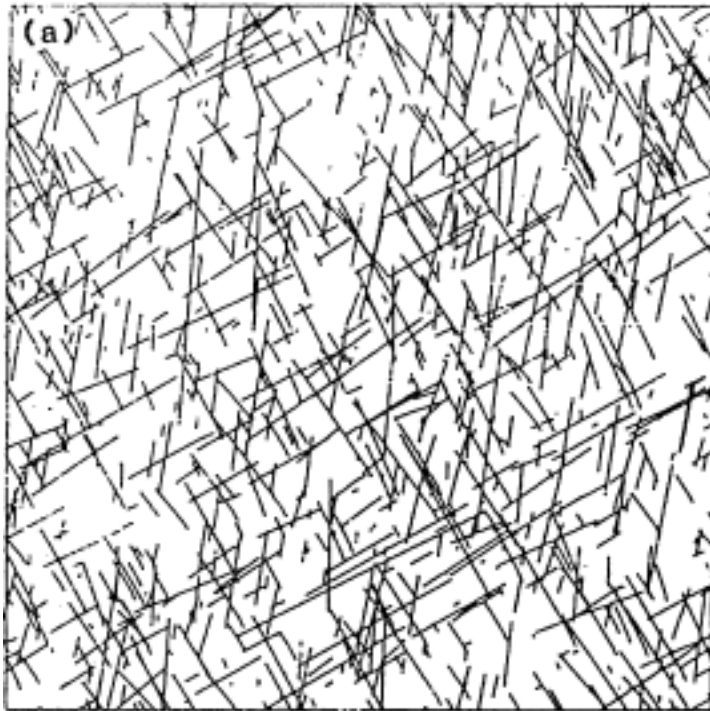
## Écoulement dans un réseau de fissures

Les massifs rocheux sont fissurés. Les fissures fournissent les chemins d'écoulement et celui-ci est régi par les ouvertures.

L'écoulement dans une roche fissurée est influencé par la connectivité du système ou réseau de fissures. Bien qu'un massif rocheux peut être fortement fissuré, seul un faible pourcentage des fissures sont interconnectées. Sur le terrain, on constate souvent que quelques fissures présentent un écoulement d'eau, alors que les autres sont sèches.

# Eau souterraine

---



# Eau souterraine

---

## Les effets de l'eau souterraine et des pressions

L'eau souterraine est importante en mécanique des roches:

- (i) L'eau souterraine contribue à la modification du champ de contrainte;
- (ii) L'eau modifie les paramètres de la roche, p.ex., le frottement;
- (iii) Quand l'eau est présente, cela augmente la complexité de la construction en rocher, p. ex., il est plus difficile de percer un tunnel avec des infiltrations d'eau et une forte pression d'eau.



# Roches spéciales

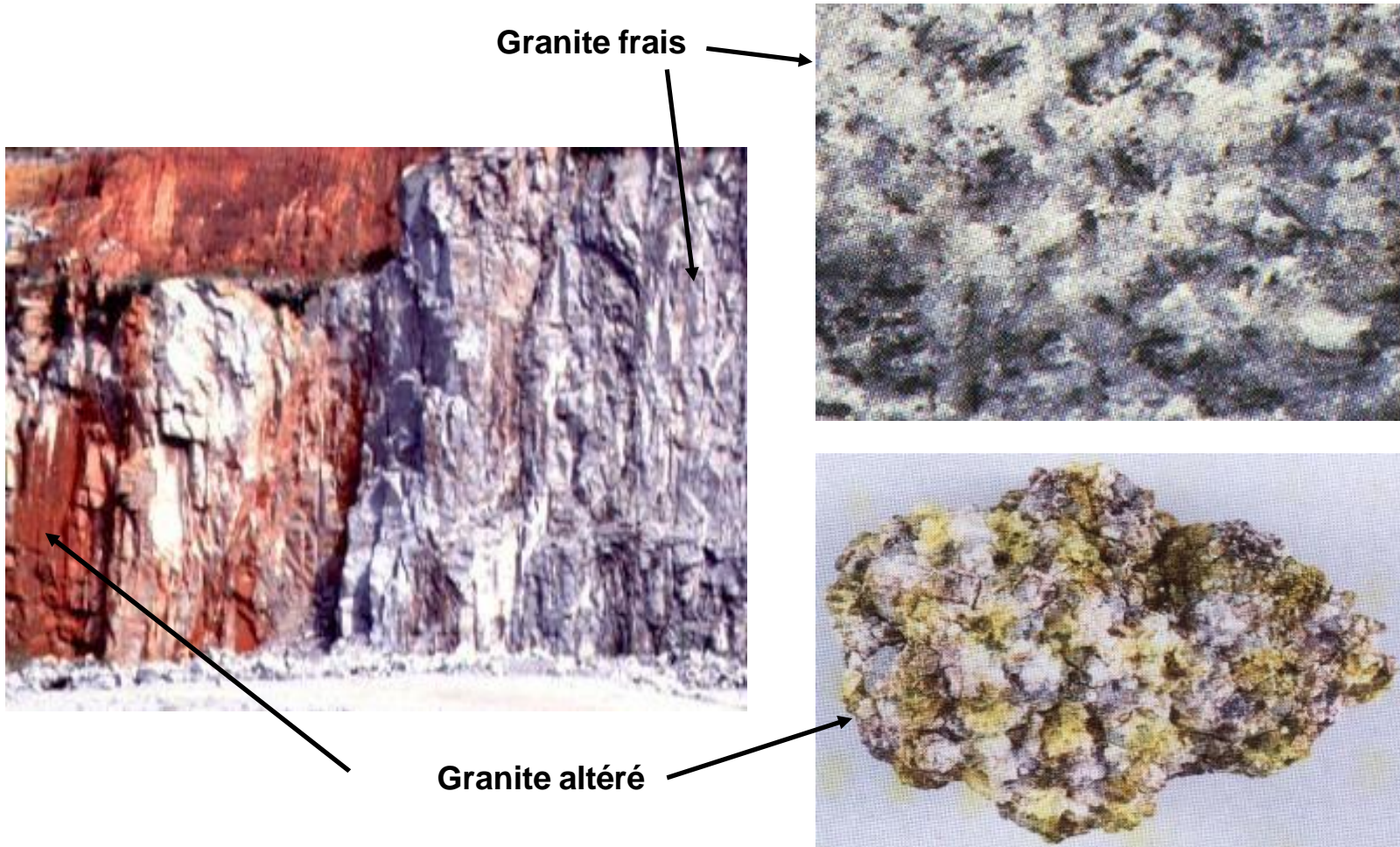
---

## Altération et roches altérées

Toutes les roches se désagrègent lentement suite à :

- (i) Une altération mécanique: destruction de la roche en particules sans changer la composition chimique de ses minéraux.
- (ii) Une altération chimique: destruction de la roche par réaction chimique, principalement par l'eau et l'air.

# Roches spéciales



# Roches spéciales

---

## Roches altérées

L'érosion est progressive, entre de la roche fraîche et du matériel totalement altéré (sols), la roche peut être légèrement, modérément ou fortement altérée. Ces roches altérées sont encore intactes et ont encore une structure et texture de roche. Cependant, en raison de l'altération, leurs propriétés ont été affectées et altérées.

L'altération réduit sensiblement la résistance de la roche.

# Roches spéciales

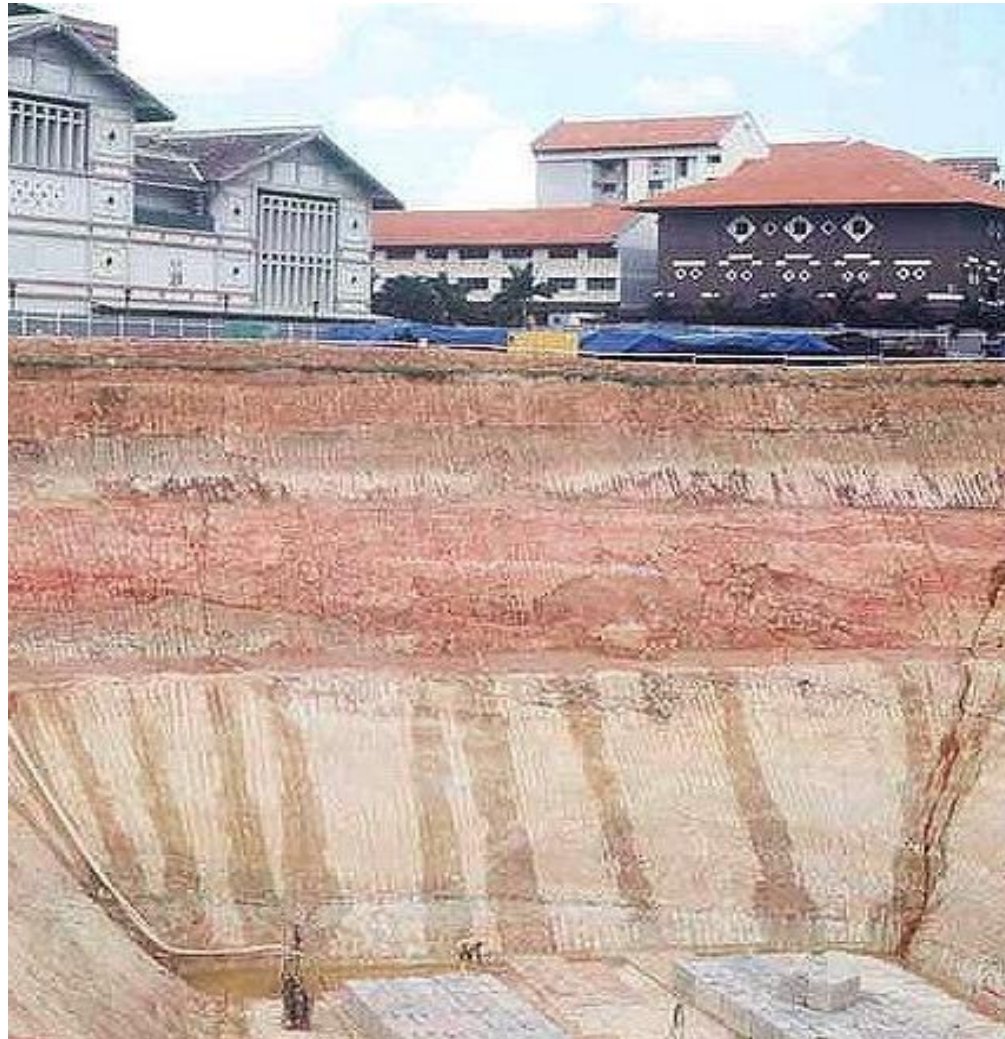
---

## Roches molles et sols durs

Les roches sédimentaires sont formées de sédiments (sols) au travers d'un long processus de compaction et de cimentation. Le procédé peut être arrêté avant que les sédiments aient été complètement solidifiés. Les matériaux pourraient être alors fortement consolidés, mais pas entièrement solidifiés. Typiquement ces matériaux ont une faible résistance et une déformabilité élevée, et lorsqu'ils sont placés en contact avec de l'eau, ils peuvent être souvent dissous. Une fois secs, ils se comportent comme une roche faible et dans l'eau, ils s'effondrent.

# Roches spéciales

---

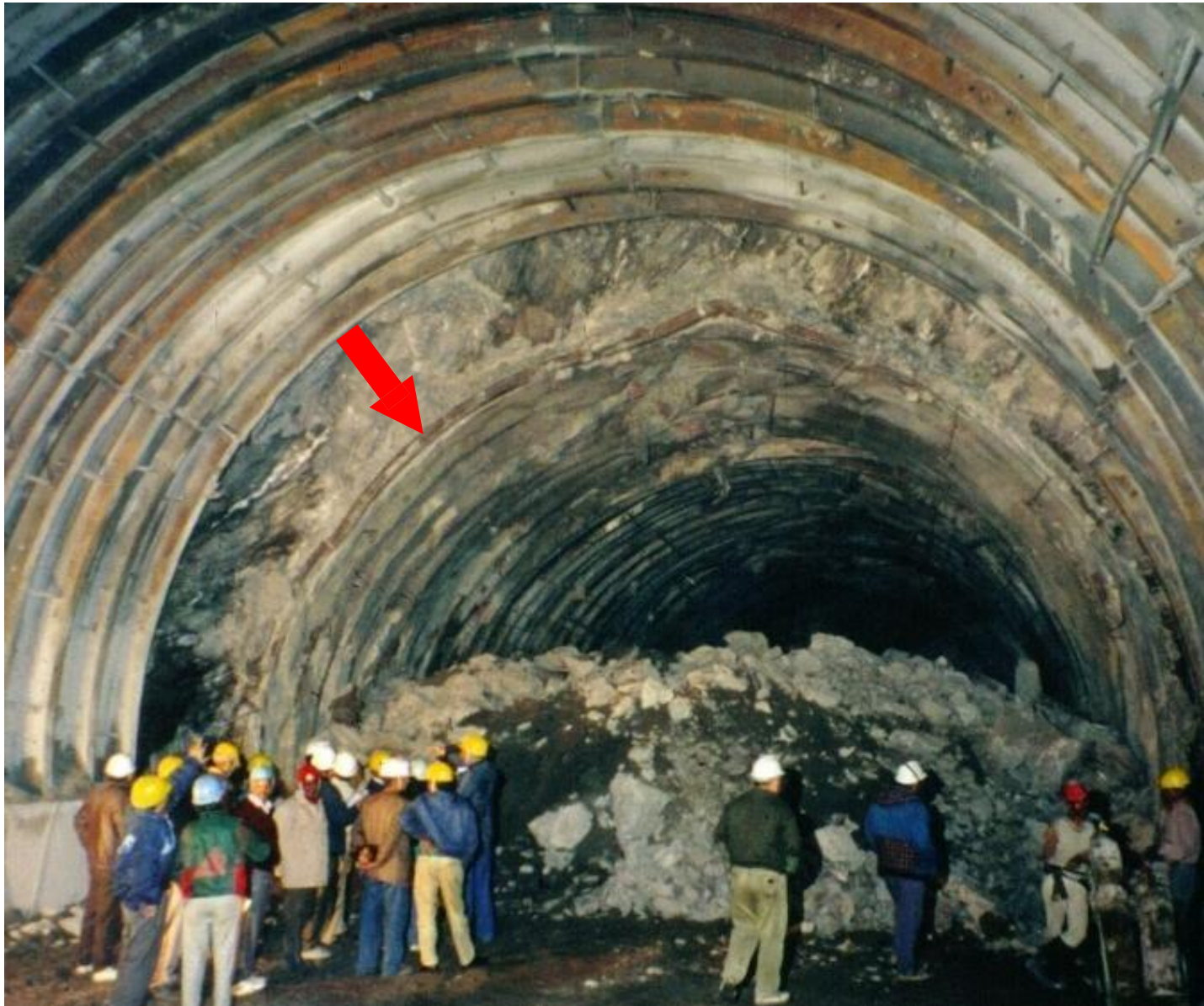


# Roches spéciales

---

## Roche gonflante

**Certaines roches ont le pouvoir de gonfler; lorsque la roche est exposée à l'eau (directement en contact avec l'eau ou à l'air), elle gonfle. Cela est principalement dû au comportement gonflant des minéraux composant la roche, typiquement le minéral d'argile montmorillonite. Les roches et les sols qui contiennent une forte quantité de minéraux de montmorillonite auront des caractéristiques de gonflement et de retrait.**



# Roches spéciales

---

## Roches fracturées

**Les caractéristiques des roches fracturées et broyées sont assez différentes de celles de roches massives. Elles se comportent comme des matériaux granulaires ou sous forme de blocs dont les propriétés mécaniques dépendent de leur géométrie et du frottement. Lorsque de tels matériaux sont rencontrés en construction, ils doivent être considérés séparément.**



# Roches spéciales

---

